



СОГЛАСОВАНО

Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов

« 18 » апреля 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры буйковые AVANTEK 7500

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-465-2024

Москва
2024

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на уровнемеры буйковые AVANTEK 7500 (далее – уровнемеры), и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 Уровнемеры буйковые AVANTEK 7500 предназначены для непрерывного измерения уровня жидкости, а также уровня раздела жидких сред

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А.

1.4 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3459 к следующему государственному первичному эталону через эталоны, заимствованные из Государственной поверочной схемы для средств измерений массы, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2818: ГЭТ 2-2021 - ГПЭ единицы длины - метра.

1.5 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – косвенный метод.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операции при		Номер пункта методики поверки
	Первичной поверке	Периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	нет	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям: – определение основной погрешности	да	да	10.1
	да	да	10.2
Оформление результатов поверки	да	да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 20 °С до плюс 23 °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя,

аккредитованного на проведение поверки.

4.2 К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки.

4.3 При проведении поверки достаточно участие одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>п.8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании)</p>	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15 °С до плюс 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm 0,4$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающей среды в диапазон измерений от 30 % до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности: ± 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84,0 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm 0,5$ кПа</p>	<p>Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18 в ФИФ ОЕИ;</p>
<p>п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений</p>	<p>Средства измерений массы, обеспечивающее измерение массы буйка с подвеской с максимальной нагрузкой до 10,2 кг, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более $(\pm 0,2 \dots \pm 10,0)^1$ г</p>	<p>Весы неавтоматического действия GR, рег. № 50583-12 в ФИФ ОЕИ; Весы неавтоматического действия AJ, рег. № 49845-12 в ФИФ ОЕИ;</p>
<p>п.10 Определение метрологических характеристик средства измерений.</p>	<p>Рабочий эталон единицы силы постоянного тока и средства измерений, соответствующие требованиям не ниже 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091, в диапазоне от 4 до 20 мА;</p>	<p>Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03 в ФИФ ОЕИ;</p>
<p>Подтверждение соответствия средства измерений</p>	<p>Средства измерений длины, обеспечивающее измерение длины буйка в диапазоне от 250 до 10000 мм, класса точности 2 по ГОСТ 7502-98</p>	<p>Рулетки измерительные металлические типа Р, рег. № 51171-12 в ФИФ ОЕИ;</p>
<p>метрологическим требованиям</p>	<p>Средства измерений длины, обеспечивающее измерение диаметра буйка в диапазоне от 0 до 140 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,1$ мм</p>	<p>Штангенциркуль «GRIFF», рег. № 56450-14 в ФИФ ОЕИ;</p>

Продолжение таблицы 2

Вспомогательные технические средства	
Средства воспроизведения и поддержания напряжения постоянного тока в диапазоне от 15 до 42 В	Источник питания постоянного тока GPR, модификации GPR 76030D
Устройства для связи с уровнемером по цифровому каналу и для обмена данными по протоколу HART	HART-коммуникатор 375 Field Communicator
Набор гирь в диапазоне от 0,1 до 10,2 кг	Гири от 1 мг до 20 кг
Персональный компьютер с операционной системой Windows и установленным внешним программным обеспечением для считывания цифровых выходных сигналов по протоколу HART	
<p>¹⁾ Диапазон измерений и точность выбирается в зависимости от модификации и метрологических характеристик поверяемого уровнемера.</p> <p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>	

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении, проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При поверке уровнемеров выполняют требования техники безопасности, изложенные в документации на применяемые средства поверки.

6.3 Работы по соединению вспомогательных устройств должны выполняться до подключения к сети электропитания.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- внешний вид и комплектность уровнемера;
- отсутствие механических повреждений уровнемера, препятствующих его применению;
- четкость надписей и обозначений.

7.2 Результаты поверки по 7 считают положительными, если:

- внешний вид и комплектность уровнемера соответствуют описанию типа и эксплуатационным документам уровнемера;
- механические повреждения уровнемера, препятствующие его применению, отсутствуют;
- надписи и обозначения четкие.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки.

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- изучают техническую и эксплуатационные документы уровнемера и средств поверки, настоящую методику поверки;
- при проведении поверки уровнемер закрепляют на стойке;
- средства поверки и уровнемер устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационных документов;
- к выходному каналу уровнемера подключают эталонное средство измерения силы

постоянного тока;

– контролируют фактические условия поверки на соответствие требованиям раздела 3 настоящей методики поверки.

Уровнемер выдерживают в условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов.

8.2 Опробование.

Опробование уровнемера проводят в следующей последовательности:

Задают (включают) электропитание уровнемера и путем увеличения/уменьшения массы грузов на подвеске эмитируют изменение уровня.

Уровнемер по результатам опробования считают выдержавшим проверку, если:

- уровнемер корректно включается в работу, не выдает ошибок на дисплее;
- при увеличении/уменьшении массы грузов на подвеске показания уровнемера изменяются и индицируются по выходным сигналам силы постоянного тока или по протоколу HART, или по дисплею соответствующим образом.

Примечание – процедуру опробования допускается производить одновременно с определением метрологических характеристик уровнемеров.

8.3 Результаты поверки по 8 считают положительными при выполнении требований, изложенных в 8.1 – 8.2.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Наименование и номер версии программного обеспечения (далее – ПО) отображаются на экране дисплея при переходе в соответствующий режим меню на дисплее уровнемера. Операции по переходу в соответствующий режим меню описаны в руководстве по эксплуатации.

9.2 Результаты поверки по 9 считают положительными, если наименования и номер версии ПО уровнемера соответствует наименованию и номеру версии ПО, указанному в описании типа.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение основной погрешности.

10.1.1 Измеряют массу буйка с подвеской с помощью весов.

10.1.2 Измеряют длину буйка с помощью измерительной ленты.

10.1.3 Измеряют диаметр буйка с помощью штангенциркуля в трех контрольных точках, соответствующих 5-10 %, 45-55 %, 95-100 % длины буйка, вычисляют среднее арифметическое и используют в дальнейших расчетах.

10.1.4 Рассчитывают объем буйка V_6 , м³, по формуле:

$$V_6 = L_6 \cdot \frac{\pi \cdot D_6^2}{4}, \quad (1)$$

где L_6 – измеренное значение длины буйка, м;
 D_6 – среднее арифметическое значение диаметра буйка, м.

10.1.5 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений уровня жидкости (уровня раздела жидкостей) проводят в пяти контрольных точках, соответствующих 0-5, 20-30, 45-55, 70-80, 95-100 % диапазона измерений.

10.1.6 В каждой i -ой контрольной точке проводят следующие операции:

- по показаниям весов набирают необходимую массу подвески с грузами;
- устанавливают подвеску с грузами на уровнемер;
- выдерживают уровнемер под нагрузкой до стабилизации показаний;

– считывают значение уровня жидкости (уровня раздела жидкостей) с дисплея уровнемера и/или HART протоколу, измеряют значение выходного токового сигнала уровнемера с поверочного оборудования;

– рассчитывают значение уровня, соответствующее массе подвески с грузами, $h_{эт_i}$, мм, по формуле:

$$h_{эт_i} = \frac{m_6 - V_6 \cdot \rho_1 - m_i}{V_6 \cdot (\rho_2 - \rho_1)} \cdot h_{max}, \quad (2)$$

где m_6 – значение массы буйка с подвеской, кг;
 ρ_1 – наименьшее значение плотности жидкости, приведенное в паспорте уровнемера, кг/м³ (для уровнемера, предназначенного для измерений уровня жидкости, принимается равным нулю);
 m_i – масса подвески с грузами, установленных на уровнемер, кг;
 ρ_2 – наибольшее значение плотности жидкости, приведенное в паспорте уровнемера, кг/м³;

– рассчитывают значение силы постоянного тока на выходном токовом канале уровнемера $I_{расч}$, мА, соответствующее измеренному значению уровня жидкости (уровня раздела жидкостей), по формуле:

$$I_{расч_j} = \frac{16}{(h_{max} - h_{min})} \cdot (h_{изм_i} - h_{min}) + 4, \quad (3)$$

где h_{max} – максимальное значение диапазона измерений уровня жидкости (уровня раздела жидкостей), мм;
 h_{min} – минимальное значение диапазона измерений уровня жидкости (уровня раздела жидкостей), мм;
 $h_{изм_i}$ – значение уровня жидкости (уровня раздела жидкостей), измеренное уровнемером, мм;

– рассчитывают погрешность измерений уровня жидкости (уровня раздела жидкостей) по формуле (4), в случае если нормируется приведенная к диапазону измерений погрешность, или по формуле (5), случае если погрешность измерения уровня нормируется в абсолютном виде:

$$\gamma h_i = \frac{h_{изм_i} - h_{эт_i}}{h_{max} - h_{min}} \cdot 100, \% \quad (4)$$

$$\Delta h_i = h_{изм_i} - h_{эт_i}, \text{ мм} \quad (5)$$

– рассчитывают приведенную погрешность преобразования значения уровня (уровня раздела жидкостей) в выходной сигнал от 4 до 20 мА γ_{ij} , %, по формуле:

$$\gamma_{ij} = \frac{I_{изм_j} - I_{расч}}{16} \cdot 100, \quad (6)$$

где $I_{изм}$ – значение силы постоянного тока, измеренное на выходном канале уровнемера, мА.

10.2 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям.

10.2.1 Уровнемер признают годным при поверке, если на всех поверяемых точках приведенная к диапазону измерений погрешность измерений и преобразования измеренного значения уровня в аналоговый токовый выходной сигнал не превышает значений, указанных в таблице А.1 приложения А.

10.2.2 Уровнемер признают негодным при поверке, если на любой из поверяемых точек

приведенная к диапазону измерений погрешность измерений и преобразования измеренного значения уровня в аналоговый токовый выходной сигнал превышает значений, указанных в таблице А.1 приложения А.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты первичной и/или периодической поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

11.2 Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

11.3 При положительных результатах первичной и/или периодической поверки средства измерений признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

11.4 Конструкция не предусматривает нанесение знака поверки на средство измерений.

11.5 При отрицательных результатах первичной и/или периодической поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Инженер по метрологии
ЛОЕИ ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



С.К. Нагорнов

Ведущий инженер по метрологии
ЛОЕИ ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



П.А. Гриценко

Приложение А
(обязательное)

Метрологические требования, которые должны быть подтверждены в результате поверки

Т а б л и ц а А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений уровня жидкости (уровня раздела жидкостей) ^{1), 2)} , мм	от 0 до 10000
Пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности измерений уровня жидкости (уровня раздела сред) по показаниям дисплея или по цифровому выходному сигналу, γ ²⁾ , % - для AVANTEK 7501 - для AVANTEK 7502 - для AVANTEK 7503, AVANTEK 7504	$\pm 0,5; \pm 1,0$ $\pm 0,2; \pm 0,25$ $\pm 0,2; \pm 0,25; \pm 0,5; \pm 1,0$
Пределы допускаемой основной приведённой к диапазону измерений погрешности преобразования измеренного значения уровня в аналоговый токовый выходной сигнал от 4 до 20 мА, ($\gamma_{\text{ЦАП}}$), %	$\pm 0,1$
¹⁾ Указан максимальный диапазон измерений, минимальный диапазон измерений от 0 до 250 мм. ²⁾ Фактическое значение определяется исполнением и указывается в паспорте.	
<p align="center">Примечания:</p> <p>1 Пределы допускаемой основной погрешности измерений уровня жидкости (уровня раздела жидкостей) с выходным аналоговым токовым сигналом от 4 до 20 мА равна алгебраической сумме величин γ и $\gamma_{\text{ЦАП}}$. Пределы допускаемой основной погрешности измерений уровня жидкости (уровня раздела жидкостей) с выходным сигналом на основе цифрового протокола HART и (или) показаниям дисплея равны величине γ.</p> <p>2 Метрологические характеристики уровня нормированы при соответствии значения плотности жидкости, внесенного в электронный блок, фактической плотности измеряемой среды.</p> <p>3 При расчетном абсолютном значении основной (γ) погрешности менее $\pm 3,5$ мм, нормируемое значение погрешности $\pm 3,5$ мм.</p>	